

CÁLCULOS DA VARIAÇÃO VOLUMÉTRICA DA ÁGUA

LMC1-001C.PDF - 2ªedição/2010

A seguir, o cálculo utilizado para medir a dilatação volumétrica da água em função da variação de temperatura entre 20° e 30° Celsius, e pressão atmosférica constante, para pequenos intervalos de tempo.

Volume inicial = 18 litros

Volume final = (Dv)

Temperatura inicial = 20°C

Temperatura final = 30°C

Coefficiente de dilatação β $\left\{ \begin{array}{l} 20^\circ \rightarrow 0,09 \times 10^{-3} \\ 30^\circ \rightarrow 0,20 \times 10^{-3} \end{array} \right. ^\circ\text{C}^{-1}$

Dilatação do vidro:

$$\Delta v = 1,2 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times 1800 \text{ cm}^3 (30 - 20) = 4,6296 \text{ cm}^3 = 2,16 \times 10^{-2} = 21,6 \text{ ml}$$

Dilatação água:

$$\bar{\beta} = \frac{0,09 + 0,20}{2} = 1,45 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta V = V_f - V_i = \bar{\beta} \cdot V_i \Delta t \rightarrow V_f = V_i (1 + \bar{\beta} \cdot \Delta t)$$

$$\Delta t = 10^\circ\text{C} \rightarrow V_i = 1800 \text{ cm}^3$$

$$V_f = 1800 (1 + 1,45 \times 10^{-4} \times 10) = 1,8026 \times 10^{-1} \text{ cm}^3$$

$$\Delta V_{\text{agua}} - \Delta V_{\text{vidro}} = 1,80 \times 10^{-1} - 2,16 \times 10^{-2} = 1,586 \times 10^{-1} \text{ cm}^3 \Rightarrow (1,5 \text{ ml})$$

$\Rightarrow 1,5 \text{ ml}$ equivale à calota do ‘menisco gravitacional’.

CÁLCULO DA DILATAÇÃO VOLUMÉTRICA NO HIDROGRAVÍMETRO

LMC1-002C.PDF - 2ªedição/2010

A seguir, a formulação utilizada para o cálculo do aumento de volume da solução (Var. do nível), provocado significativamente pela variação da ‘fluxo gravitacional’, ou seja, excluindo outros fatores locais e internos do equipamento:

$$\overbrace{(Nível.max. - nível.min.)}^{24horas} - \Delta V_i solução + \Delta V_i vidro$$

$$(N_i - n_i) - V_o \alpha_s \Delta t_i + V_o \alpha_v \Delta \bar{t} \rightarrow$$

t_i = temperatura interna.

$$\bar{t} = \text{temperatura média} \Rightarrow \bar{t} = \frac{TAI + TIS + TIM + TII}{4}$$

Onde:

TAI => Temperatura Ambiente Interna da câmara térmica.

TIS => Temperatura Interna Superior da massa de teste..

TIM => Temperatura Interna no Meio (centro) da massa de teste.

TII => Temperatura Interna Inferior da massa de teste.

CÁLCULO - DILATAÇÃO VOLUMÉTRICA POR TEMPERATURA

LMC1-003C.PDF - 2ªedição/2010

A seguir, o cálculo da dilatação volumétrica do H_2O , variando-se a temperatura de 20° à 90° Celsius.

$$\beta_i \text{ a } 20^\circ C = 0,20^\circ C^{-1} \times 10^{-3}$$

$$\beta_2 \text{ a } 90^\circ C = 0,72^\circ C^{-1} \times 10^{-3}$$

$$\beta = \frac{1}{V} \frac{dV}{dT} = \frac{1}{V} \frac{dV}{dt} = \frac{1}{V} \frac{V_f - V_i}{t_f - t_i}$$

$$V_f - V_i = \beta \cdot V(t_f - t_i) \rightarrow$$

$$\Delta V = \vec{\beta} \cdot V_0 \Delta t$$

$$V_0 = 18 \text{ litros} = 18 \text{ dm}^3 = 1800 \text{ cm}^3$$

$$\Delta t = t_f - t_i = 70^\circ C$$

$$\vec{\beta} = \frac{\beta_1 + \beta_2}{2} = \frac{0,20 + 0,72}{2} = 0,46 \times 10^{-3}$$

$$\text{água} \rightarrow \vec{\beta} = 0,46 \times 10^{-3}$$

$$\text{vidro} \rightarrow \vec{\beta} = 1,2 \times 10^{-3}$$

$$\Delta V_{\text{água}} = 0,46 \times 10^{-3} \times 1800 \times 7057 \text{ cm}^3$$

$$\text{De } 20^\circ \text{ a } 30^\circ C \quad \Delta t = 10 \quad \vec{\beta} = \frac{0,20 + 0,09}{2} = 0,145$$

$$\Delta V = 0,145 \times 10^{-3} \times 1800 \times 10^\circ C$$

$$\Delta V = 2,61 \text{ cm}^3 \Rightarrow 2,61 \text{ ml}$$

CÁLCULO DA VARIAÇÃO DE VOLUME DEVIDO A GRAVIDADE

LMC1-004C.TCE-1ªedição/2005

A seguir, o cálculo utilizado para obter a variação do “Nível” (volume da solução) devido ao ‘fluxo gravitacional’:

- 1º - Calculou-se o volume de solução que transbordaria o recipiente, pela dilatação térmica, isto é:

Dilatação da solução – dilatação do vidro:

$$\Delta V = \Delta V_S - \Delta V_V \begin{cases} \Delta V_S = \bar{\beta} V_0 \Delta t \\ \Delta V_V = \bar{\beta}_V V_0 \Delta t \end{cases}$$

- 2º - A dilatação por gravidade será o volume registrado na “bureta graduada”, menos o volume que transbordaria por dilatação térmica:

$$\frac{Dn}{Dg} = \text{nível} - \Delta V$$

Sendo:

$$\begin{aligned} \Delta V &= \bar{\beta}_S V_0 \Delta t - \bar{\beta}_V V_0 \Delta t \\ \Delta V &= V_0 \Delta t (\bar{\beta} - \bar{\beta}_V) \\ \Delta V &= 20380 \text{ml} (t_f - 20^\circ\text{C}) (\bar{\beta}_S + \bar{\beta}_V) \end{aligned}$$

Onde: $V_0 = 20.380 \text{ cm}^3$.

Dt = Variação de temperatura.

B_s = Coeficiente de dilatação da solução ($\text{ml}/1.0^\circ\text{C}$).

B_v = Coeficiente de dilatação do vidro do recipiente ($\text{mm}/1.0^\circ\text{C}$).

Assim, $\Delta t = t_f - t_i = t_f - 20^\circ\text{C}$

$t_f = t_m \Rightarrow$
 $t_i \Rightarrow$ Temperatura média (m) e temperatura inicial (i).

Então ficou:

$$\begin{aligned} \frac{Dn}{Dg} &= \text{nível} - \left[20380 (t_m - 20^\circ\text{C}) (\bar{\beta}_S + \bar{\beta}_V) \right] \\ \frac{Dn}{Dg} &= \text{nível} - \left[20380 (t_m - 20^\circ\text{C}) (0,414 \times 10^{-3} + 4 \times 10^{-6}) \right] \end{aligned}$$